

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 195 08 222 C 1

⑥ Int. Cl. B:
H 01 L 31/0232
H 01 L 31/0203
G 02 B 6/42
H 01 L 31/18

⑲ Aktenzeichen: 195 08 222.2-33
⑳ Anmeldetag: 8. 3. 95
㉑ Offenlegungstag: —
㉒ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 5. 6. 98

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑬ Patentinhaber:

Siemens AG, 80333 München, DE

⑭ Erfinder:

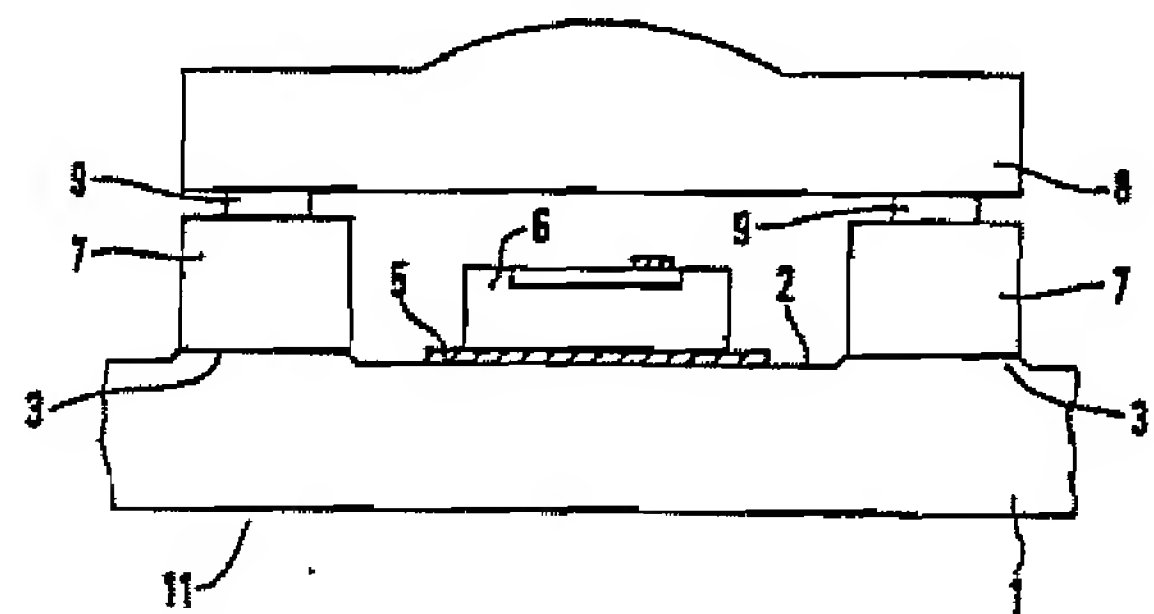
Späth, Werner, Dipl.-Phys., 83607 Holzkirchen, DE;
Bogner, Georg, Dipl.-Phys., 93051 Regensburg, DE;
Gramann, Wolfgang, 93057 Regensburg, DE;
Dietrich, Ralf, 81543 München, DE

⑮ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

US 40 55 761
JP 3-69169 A (engl. Abstract);
JP 5-218463 A (engl. Abstract);

⑯ Optoelektronischer Wandler und Herstellverfahren

⑰ Der Wandler enthält ein Strahlung empfangendes oder aussendendes Halbleiterbauelement (6), das auf einer Bodenplatte (1) befestigt ist. Auf der Bodenplatte sind Abstandshalter (7) angeordnet, die ein Linsensystem (8) tragen. Bodenplatte, Abstandshalter und Linsensystem bestehen aus Materialien, deren thermischer Ausdehnungskoeffizient in etwa gleich ist, also z. B. aus Silizium und Glas. Eine Vielzahl solcher Anordnungen können als Einheit gefertigt und dann zerteilt werden.



DE 195 08 222 C 1

DE 195 08 222 C 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen optoelektronischen Wandler mit einem Strahlung empfangenden oder aussendenden Halbleiterbauelement, mit einer Bodenplatte, auf dem das Halbleiterbauelement befestigt ist und mit einem mit der Trägerplatte verbundenen Abstandhalter für ein optisch auf das Halbleiterbauelement ausgerichtetes Linsensystem.

Solche Wandler sind bzw. aus der US 40 55 761 oder der JP 5-218 463 A bekannt. Ein wesentliches Problem besteht darin, die Wandler mit gutem Wirkungsgrad zu betreiben. Dies wird, abgesehen von den Eigenschaften des Halbleiterbauelements selbst, dadurch erreicht, daß das Linsensystem optisch optimal auf das Halbleiterbauelement ausgerichtet wird. Nur dann läßt sich das Licht vom Halbleiterbauelement mit hohem Wirkungsgrad auf einen Lichtleiter auskoppeln oder von einem Lichtleiter auf das Halbleiterbauelement einkoppeln.

Bei einem optoelektronischen Wandler muß außerdem sichergestellt werden, daß die optimale Justierung auch im Betrieb erhalten bleibt. Bei Erwärmung des Wandlers im Betrieb kann es nämlich zu Dejustierungen kommen, die den Wirkungsgrad verschlechtern.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen optoelektronischen Wandler der eingangs erwähnten Art so zu verbessern, daß Temperaturschwankungen nur noch einen geringen Einfluß auf die Justierung zwischen Halbleiterbauelement und Linsensystem haben. Außerdem soll ein einfaches Verfahren zum Herstellen eines solchen optoelektronischen Wandlers angegeben werden.

Das erstgenannte Ziel wird dadurch erreicht, daß die Bodenplatte, der Abstandhalter und das Linsensystem aus Materialien mit zumindest ähnlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten bestehen.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche 2 bis 8. Ein bevorzugtes Verfahren zur Herstellung des optoelektronischen Wandlers ist Gegenstand des Anspruchs 9.

Die Erfindung wird anhand zweier Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den Fig. 1 bis 5 näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 einen Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 und 4 charakteristische Schritte bei der Herstellung des optoelektronischen Wandlers und

Fig. 5 ein Gehäuse mit eingesetztem Wandler.

Der optoelektronische Wandler nach Fig. 1 ist auf einer Bodenplatte 1 aufgebaut. Die obere Oberfläche der Bodenplatte 1 ist mit Vertiefungen 2 versehen. Beidseitig der Vertiefung 2 bleiben Stege 3 stehen. In der Vertiefung 2 ist über eine Metallisierung 5 ein Strahlung empfangendes oder aussendendes Halbleiterbauelement 6 befestigt. Dieses kann z. B. eine Fotodiode, eine lichtaussendende Diode (LED) oder ein Vertical Cavity Surface Emitter Laser (VCSEL) sein. Die Metallisierung 5 dient außerdem zur Stromzuführung zum Halbleiterbauelement 6. Ein zweiter Kontakt liegt auf der Oberseite des Halbleiterbauelementes.

Auf den Stegen 3 sind z. B. ebenfalls stegförmige Abstandhalter 7 befestigt. Auf den Abstandhaltern 7 liegt ein Linsensystem 8, das mit den Abstandhaltern stoffschlüssig verbunden ist. Der Abstand zwischen dem Linsensystem und dem Boden der Vertiefung 2 ist größer als die Dicke des Halbleiterbauelements 6 zuzüglich der

Metallschicht 5.

Die Bodenplatte 1 besteht aus Silizium. Dies kann polykristallin oder monokristallin sein. Anstelle von Silizium kann für die Bodenplatte 1 jedoch auch ein anderes Material mit einem geeigneten thermischen Ausdehnungskoeffizienten verwendet werden.

Die Abstandhalter 7 bestehen aus Glas, während das Linsensystem aus Silizium oder Glas bestehen kann. Wesentlich ist, daß zwischen dem Halbleiterbauelement und dem Linsensystem wenigstens ein aus Glas bestehendes Teil angeordnet ist. Dessen geringer Wärmeleitwert verhindert, daß vom Halbleiterbauelement 6 in die Bodenplatte 1 abgeleitete Wärme zum Linsensystem gelangt. Eine Bodenplatte aus Silizium wird wegen ihrer guten Wärmeleitfähigkeit vorzugsweise bei Strahlung aussendenden Halbleiterbauelementen verwendet, da hier die umgesetzte Leistung i. a. höher als bei Strahlungsempfängern ist. Bei Strahlungsempfängern kann die Bodenplatte 1 aus Glas bestehen, die Abstandhalter 7 aus Silizium und das Linsensystem 8 aus Silizium oder Glas. Silizium für das Linsensystem in beiden Fällen kann dann der Vorzug gegeben werden, wenn die Strahlung eine Wellenlänge hat, für die Silizium durchlässig ist. Dies ist bei Wellenlänge größer als $1,1 \mu\text{m}$ der Fall.

Die Bodenplatte, die Abstandhalter 7 und das Linsensystem 8 können miteinander durch Kleben und/oder Löten verbunden werden. Liegen jeweils Siliziumflächen und Glasflächen aufeinander, so können diese auch durch anodisches Bonden miteinander verbunden werden. Diese Technik ist bekannt. Dabei werden die miteinander zu bondenden Teile unter einer Temperatur von z. B. 400°C aufeinandergedrückt und eine Spannung von z. B. -1000 V wird am Glas angelegt. Da diese Verbindungstechnik sehr gut reproduzierbar ist, empfiehlt es sich auch in demjenigen Fall, bei dem die Bodenplatte 1 und das Linsensystem 8 aus Glas besteht, die Abstandhalter 7 aus Silizium herzustellen. Beim Löten oder Verkleben von Abstandhalter und Linsensystem wird zwischen beide Teile eine Lot- oder Kleberschicht 9 eingefügt. Eine Lotschicht kann z. B. aufgedampft werden.

Als Glas wird ein Typ verwendet, das ein dem Silizium ähnlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten hat. Hierfür eignet sich z. B. ein Borosilikatglas.

Soll der optoelektronische Wandler 11 eine geringe Kapazität haben, so empfiehlt sich statt der Silizium-Bodenplatte eine Glas-Bodenplatte. Ist jedoch aus Gründen der besseren Wärmeableitung eine Silizium-Bodenplatte erforderlich, so kann diese dünn ausgeführt und auf ihrer Rückseite mit einer Glasplatte 10 (Fig. 2) verbunden werden. Die Glasplatte 10 kann mit der Siliziumbodenplatte entweder durch anodisches Bonden, durch Löten oder durch Kleben verbunden sein.

Die in Fig. 1 und 2 gezeigten Wandler 11 werden in ein Gehäuse eingesetzt (Fig. 5), das einen Sockel 14 und einen Deckel 15 hat. Der Wandler 11 wird relativ zu einem im Deckel 15 angebrachtes Fenster 16 justiert und auf dem Sockel 14 befestigt. An das Fenster stößt ein Lichtwellenleiter (nicht dargestellt), der durch eine Kupplung 20 mit dem Gehäuse verbunden ist. Das Halbleiterbauelement selbst ist elektrisch über die Metallisierung 5 und den auf der Oberseite des Halbleiterbauelements angeordneten Kontakt mit zwei Anschlüssen 21 und 22 verbunden, über die die Betriebsspannung zugeführt wird bzw. das elektrische Signal ausgekoppelt wird.

Zum gleichzeitigen Herstellen einer Vielzahl von optoelektronischen Wandlern 11 nach Fig. 1 oder 2 wird

zunächst eine Glasplatte oder Siliziumplatte 1 mit Vertiefungen 2 versehen (Fig. 3). Diese Vertiefungen dienen der Aufnahme der Halbleiterbauelemente und sind entsprechend breit bemessen. Zwischen zwei der Vertiefungen 2 bleibt ein Steg stehen. Diese Stege werden zweckmäßigerweise durch weitere Vertiefungen 12 voneinander getrennt, wodurch Stege 3 entstehen. Die Vertiefungen 2, 12 können durch fotolithografisches Ätzen oder durch Sägen hergestellt werden. Beim Sägen entstehen einander parallele Stege 3, beim Ätzen können sie jede beliebige Form, z. B. Gitterform annehmen.

Als nächstes wird auf die Stege 3 eine aus Silizium oder Glas bestehende Platte 17 aufgelegt und mit den Stegen wie beschrieben durch anodisches Bonden, Kleben oder Verlöten verbunden. Dann wird die Platte 17 zersägt derart, daß das zwischen den Stegen 3 liegende, nicht mit der Bodenplatte 1 verbundenen Material entfernt wird. Dabei entstehen die mit den Stegen 3 verbundenen Abstandhalter 7 (Fig. 4). Anschließend werden die Halbleiterbauelemente 6 gemäß einem vorgegebenen Raster in den Vertiefungen 2 befestigt.

Als nächster Schritt wird eine Vielzahl von Linsensystemen enthaltende Platte 18 aus Silizium oder Glas auf die Abstandhalter 7 aufgelegt. Die Linsensysteme sind in einem Raster auf der Platte 18 angeordnet, das dem Raster der auf der Bodenplatte 1 befestigten Halbleiterbauelemente 6 entspricht. Die Linsensysteme werden optisch auf die Halbleiterbauelemente 6 ausgerichtet und anschließend wird die Platte 18 mit den Abstandhaltern 7 durch das beschriebene anodische Bonden oder durch Verlöten verbunden. Hierdurch entsteht ein aus Bodenplatte 1, Halbleiterbauelementen 6, Abstandhaltern 7 und Platte 18 bestehender Verbund mit einer Vielzahl von Halbleiterbauelementen und Linsensystemen. Dieser Verbund wird dann durch zwischen den Stegen 3 gelegte Sägeschnitte 13 und durch dazu rechtwinklige, parallel zur Zeichenebene liegende weitere Sägeschnitte zerlegt. Jede der dabei entstehenden Einheiten 11 wird, wie oben beschrieben, in ein Gehäuse eingesetzt.

Die Technik der Vereinzelung eines Wafers in kleine Chips ist in der Halbleitertechnik seit langem üblich und kann bei Vereinzelung des Verbundes ebenfalls angewandt werden. Der Verbund wird also durch Sägen, Ritzen und Brechen geteilt. Hierbei ist es üblich, den Verbund auf einer elastischen Klebefolie zu fixieren. Die Folie dient dann als Träger bei allen Nachfolgeprozessen.

Es ist in Abänderung des beschriebenen Verfahrens auch möglich, zunächst fotolithografisch oder mechanisch die Vertiefungen 2 und die Stege 3 zu erzeugen und dann die Abstandhalter wie beschrieben anzubringen. Anstelle einer mit vielen Linsensystemen versehenen Scheibe 18 werden dann aber einzelne Linsensysteme optisch auf die Halbleiterkörper ausgerichtet und mit den Abstandhaltern 7 verbunden.

Patentansprüche

1. Optoelektronischer Wandler mit einem Strahlung empfangenden oder aussendenden Halbleiterbauelement mit einer Bodenplatte, auf dem das Halbleiterbauelement befestigt ist und mit einem mit der Bodenplatte verbundenen Abstandhalter für ein optisch auf das Halbleiterbauelement ausgerichtetes Linsensystem, dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenplatte (1), der Abstandhalter (7) und das Linsensystem (8) aus Materialien mit zumindest

ähnlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten bestehen.

2. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenplatte (1) und das Linsensystem (8) aus Silizium und der Abstandhalter (7) aus Glas bestehen.

3. Wandler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenplatte (1) aus Glas, das Linsensystem (8) und der Abstandhalter (7) aus Silizium bestehen.

4. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenplatte (1) mit einer Metallschicht (5) versehen ist, auf der das Halbleiterbauelement (6) befestigt ist.

5. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die aus Glas mit den aus Silizium bestehenden Teilen jeweils durch anodisches Bonden miteinander verbunden sind.

6. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils aus Glas bzw. aus Silizium bestehende Teile miteinander verlötet oder verklebt sind.

7. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Halbleiterbauelement (6) in einer Vertiefung (2) der Bodenplatte (1) sitzt.

8. Wandler nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Bodenplatte (1) aus Silizium besteht und daß sie auf der vom Halbleiterbauelement (6) abgewandten Seite mit einer Glasplatte (10) verbunden ist.

9. Verfahren zum Herstellen eines Optoelektronischen Wandlers nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Merkmale:

a) In der Bodenplatte (1) werden Vertiefungen (2) zur Aufnahme der Halbleiterbauelemente (6) erzeugt derart, daß mindestens auf einer Seite jeder Vertiefung ein Steg (3) stehen bleibt,

b) auf die Stege wird eine Platte (17) von der Größe der Bodenplatte (1) aufgelegt und mit den Stegen (3) stoffschlüssig verbunden,

c) die Platte (17) wird zwischen den Stegen (3) entfernt, so daß mit der Bodenplatte (1) verbundene Abstandhalter (7) entstehen,

d) in die Vertiefungen (2) werden gemäß einem vorgegebenen Raster die Halbleiterbauelemente (6) eingesetzt und mit der Bodenplatte (1) verbunden,

e) auf die Träger wird eine weitere Platte (18) aufgelegt, die eine der Anzahl der Halbleiterbauelemente entsprechende Zahl von Linsensystemen (8) enthält, die gemäß dem gleichen Raster auf der weiteren Platte angeordnet sind,

f) die weitere Platte (18) wird bezüglich der Träger derart justiert, daß jedes der Linsensysteme auf eines der Halbleiterbauelemente ausgerichtet ist,

g) die weitere Platte (18) wird auf den Trägern befestigt,

h) der aus Bodenplatte, Halbleiterbauelementen, Abstandhaltern und weiterer Platte bestehende Verbund wird durch erste parallele Schnitte (13) und dazu rechtwinklige zweite Schnitte zerteilt, so daß Einheiten (11) entstehen, die jeweils eine Bodenplatte (1), ein Halbleiterbauelement (6) Abstandhalter (7) und ein

Linsensystem (8) enthalten.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß jede der Einheiten (11) in ein gasdichtes Gehäuse (14, 15) eingesetzt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG 1

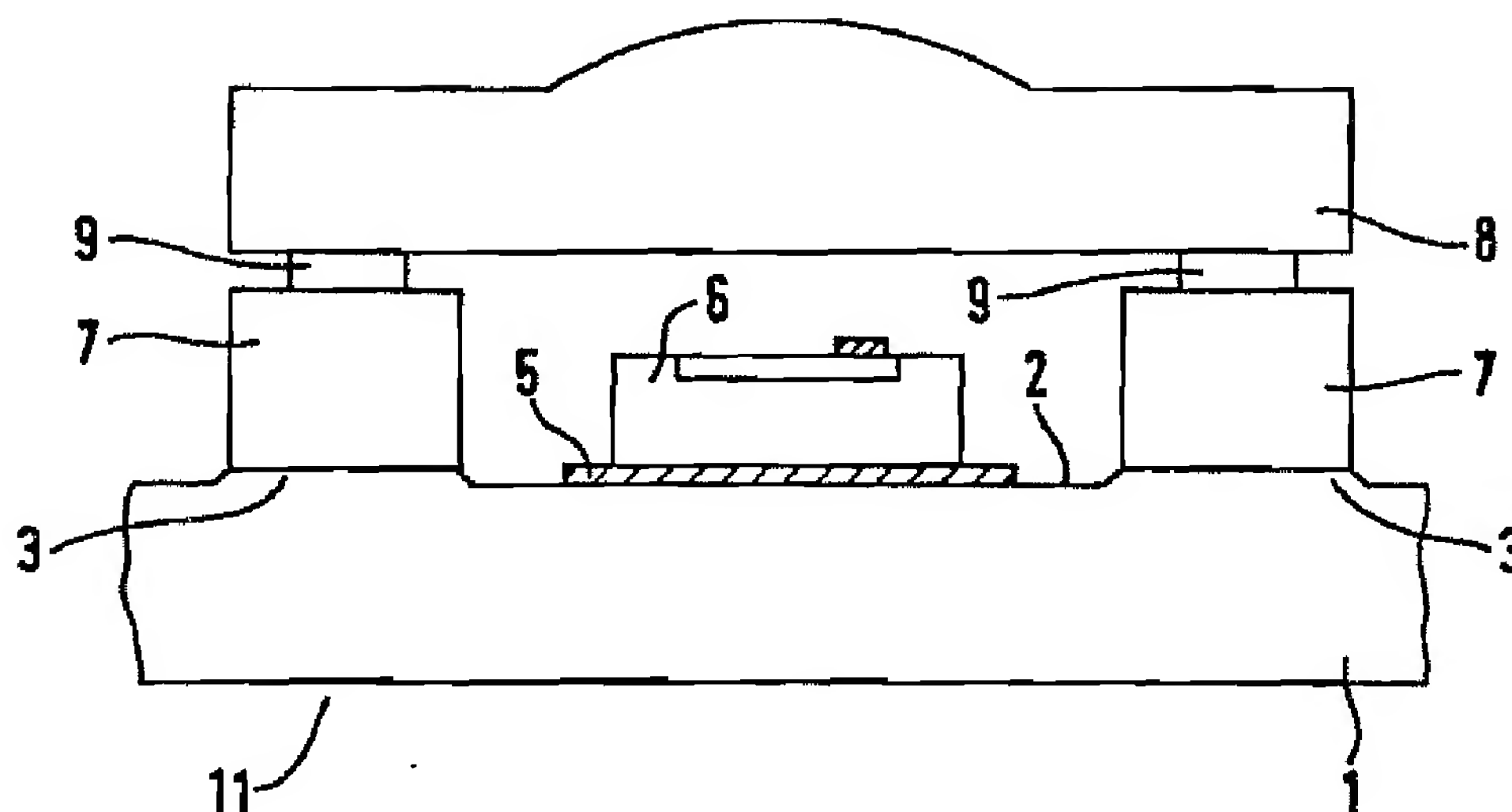


FIG 2

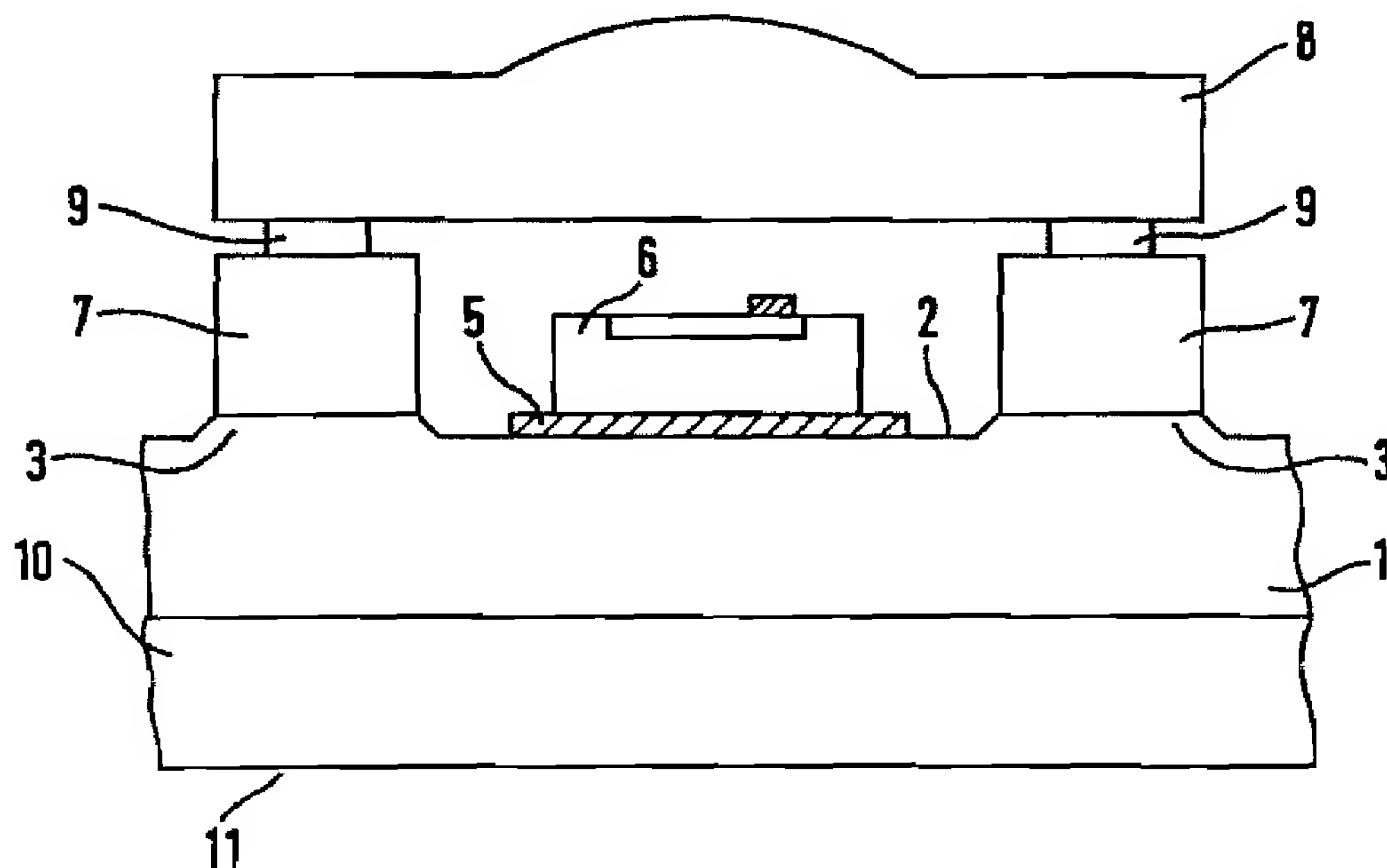


FIG 3

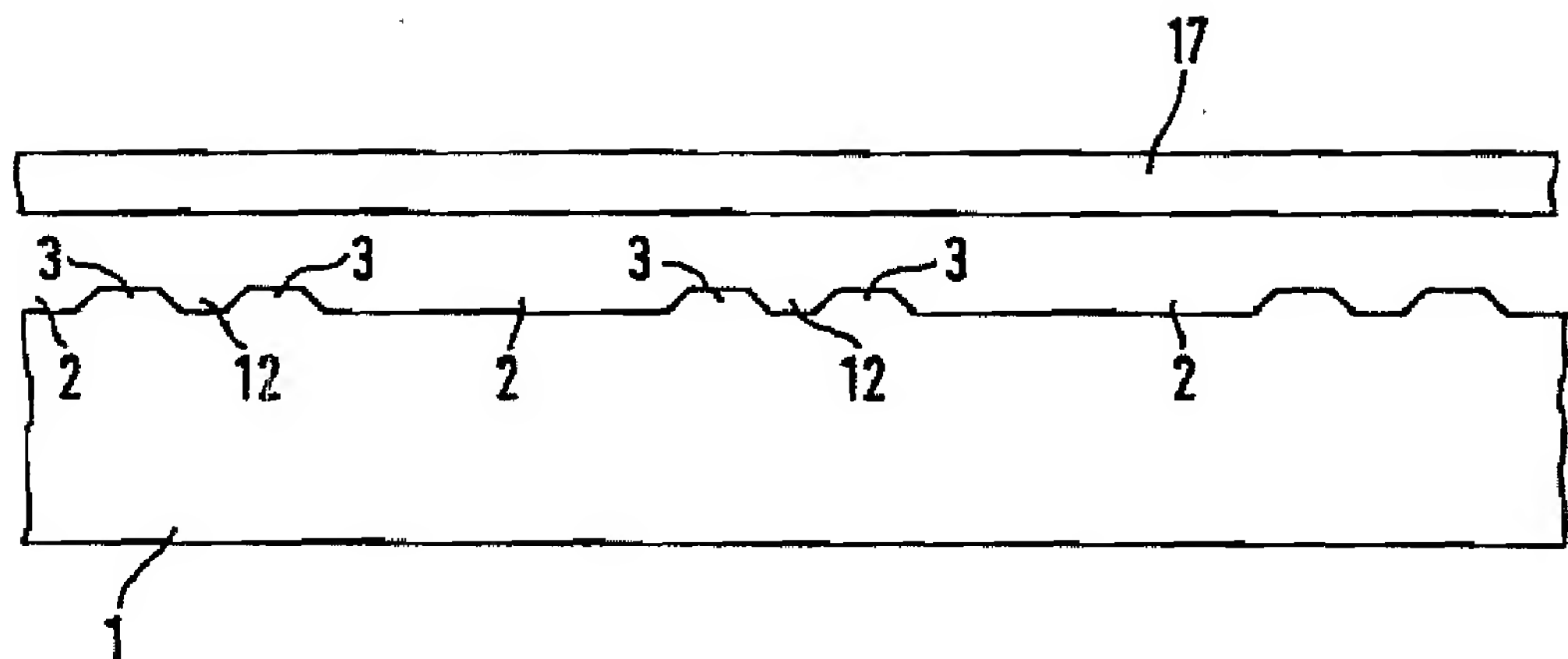


FIG 4

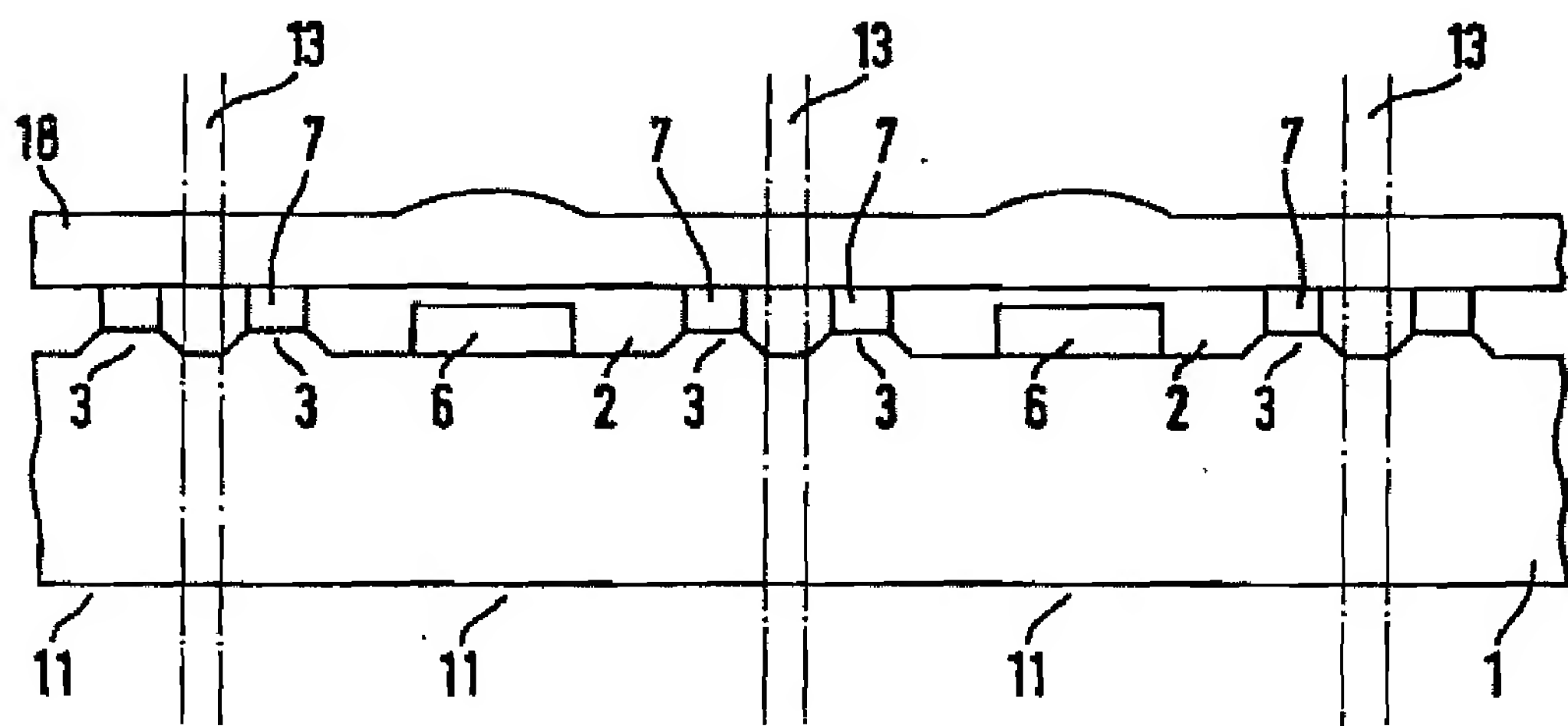


FIG 5

